

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 587 421**

(21) N° d'enregistrement national :

**85 13932**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : F 16 B 19/04.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 18 septembre 1985.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP « Brevets » n° 12 du 20 mars 1987.

(80) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : ATELIERS DE LA HAUTE-GARONNE —  
ÉTABLISSEMENTS AURIOL & Cie, Société à responsabi-  
lité limitée, AURIOL Jean-Marc et BORNES Philippe. —  
FR.

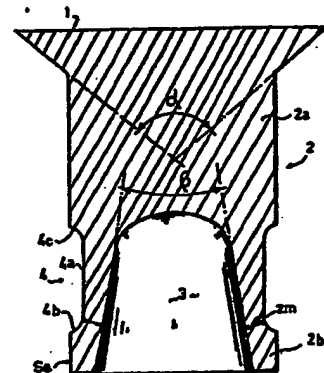
(72) Inventeur(s) : Jean-Marc Auriol et Philippe Bornes.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Barre, Gatti et Laforgue.

(54) Rivet semi-tubulaire.

(57) L'invention concerne un rivet du type semi-tubulaire adapté pour réaliser l'assemblage de pièces en matériaux tendres ou fragiles, notamment matériaux composites. Ce rivet comprend une tête préformée 1 et une tige 2 dotée d'un trou axial 3, en particulier de forme tronconique, formant une partie tubulaire 2b à l'opposé de la tête 1. Selon l'invention, une gorge périphérique 4 est ménagée sur la surface externe de la tête 2 au niveau de la partie tubulaire 2b; une surface d'accostage 5a est préservée sur la surface externe au voisinage de l'extrémité libre de la tige pour venir en appui contre le matériau en fin de rivetage. Un tel rivet n'est pas soumis, au cours de la pose, à un gonflement sensible aussi bien sous la tête postformée que dans les autres parties de la tige, ce qui permet d'éviter de blesser les épaisseurs du matériau à assembler.



FR 2 587 421 - A1

## RIVET SEMI-TUBULAIRE

L'invention concerne un rivet du type semi-  
5 tubulaire comprenant une tête préformée et une tige dotée d'un  
perçage axial pour former une partie tubulaire à l'opposé de  
la tête préformée. Elle s'applique plus particulièrement pour  
réaliser l'assemblage de pièces en matériaux tendres ou  
fragiles, notamment matériaux synthétiques laminés renforcés  
10 par des fibres (souvent désignés par "matériaux composites").

Les rivets traditionnels sont inaptes à  
assurer un assemblage satisfaisant des matériaux composites ;  
en effet le gonflement radial de la tige de rivet et les  
forces de pression qui s'exercent sous la tête post-formée,  
15 engendrent un délaminage du matériau et un décollement des  
fibres et du liant : l'assemblage présente alors une très  
mauvaise tenue en fatigue, avec des risques d'échappement du  
rivet à brève échéance.

Le brevet US 4.221.041 décrit un rivet semi-  
20 tubulaire qui vise à remédier à ces défauts. Toutefois, des  
tests ont permis de constater qu'un tel rivet était encore le  
siège d'une expansion importante sous la tête post-formée et  
d'un gonflement d'ensemble relativement important au niveau  
des autres parties de la tige, de sorte que la tenue en  
25 fatigue des assemblages réalisés n'est généralement pas  
satisfaisante, en particulier dans le secteur aéronautique.

De plus, les conditions de pose (pression  
mise en oeuvre) influent considérablement sur la qualité de  
l'assemblage obtenu et la pose de ces rivets doit être  
30 effectuée avec des pressions de bouterollage très précises ce  
qui, en pratique, rend cette opération délicate. Enfin, un  
rivet ayant des paramètres dimensionnels donnés est adapté à  
l'assemblage de pièces d'épaisseurs précises avec de faibles  
tolérances admissibles et, dans ces conditions, la mise en  
35 oeuvre industrielle de ces rivets soulève de graves  
difficultés pratiques.

Ainsi le problème du rivetage des matériaux  
fragiles ou tendres se trouve mal résolu à l'heure actuelle.

La présente invention se propose de fournir  
40 un rivet perfectionné, permettant de réaliser des assemblages

de pièces en matériaux tendres ou fragiles, en particulier matériaux composites, sans détérioration sensible du matériau au voisinage du rivet en vue de conserver au matériau ses 5 qualités de résistance.

A cet effet l'objet essentiel de l'invention est de fournir un rivet susceptible d'être posé sans être soumis à des phénomènes sensibles d'expansion ou de gonflement, aussi bien sous la tête post-formée que dans les 10 autres parties de la tige.

Un autre objectif de l'invention est de faciliter les conditions de mise en place du rivet, en autorisant une large plage de pression de pose.

Un autre objectif est d'accroître notablement 15 la plage des épaisseurs susceptibles d'être assemblées par un même type de rivets, en vue de faciliter la mise en oeuvre industrielle de ceux-ci.

A cet effet, le rivet semi-tubulaire visé par l'invention comprend une tête préformée et une tige dotée d'un 20 trou axial débouchant du côté opposé à la tête préformée pour former une partie tubulaire à l'opposé de ladite tête ; selon la présente invention, une gorge périphérique est ménagée sur la surface externe de la tige au niveau de la partie tubulaire de celle-ci, une surface d'accostage étant préservée sur 25 ladite surface externe au voisinage de l'extrémité de la tige.

Ainsi, comme on le comprendra mieux plus loin, la gorge périphérique forme sur la partie tubulaire du rivet une zone de pliage qui, sous l'effet de la pression de pose, permet à la surface d'accostage de venir s'appliquer 30 contre le matériau à assembler, sans modification dimensionnelle sensible des parties de la tige situées entre ladite gorge et la tête préformée ; de plus, au niveau de la gorge, la tige de rivet demeure sans contact avec le matériau à assembler (tout au moins sur une partie de la longueur de la 35 gorge) : ainsi la zone où prend naissance la seconde tête (zone qui sollicite considérablement le matériau à assembler dans les rivets antérieurs précités) ne développe aucun effort de pression sur le matériau et n'engendre donc aucun risque de détérioration de celui-ci à ce niveau.

40 De préférence la gorge périphérique est

ménagée à distance de l'extrémité libre de la tige de rivet de façon que la surface d'accostage soit préservée à l'extérieur de ladite gorge, entre celle-ci et l'extrémité libre de ladite tige. Toutefois dans une variante, il est possible de prévoir une gorge s'étendant jusqu'à l'extrémité libre de la tige (avec une profondeur décroissante vers cette extrémité), la surface d'accostage se trouvant alors située dans la gorge elle-même.

10 Le rivet conforme à l'invention peut être réalisé en tout matériau approprié ; il est de préférence réalisé en titane ou en alliage de titane afin d'en accroître la résistance à la corrosion (titane T40, alliage de titane au colombium...).

15 D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention se dégageront de la description qui suit en référence aux dessins annexés, lesquels en présentent à titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation préférentiel ; sur ces dessins qui font partie intégrante de la présente  
20 description :

- la figure 1 est une coupe axiale, à échelle dilatée, d'un rivet conforme à l'invention,

- les figures 2, 3, 4 et 5 sont des vues schématiques en coupe, illustrant la pose du rivet,

25 - la figure 6 est une coupe axiale de l'assemblage réalisé.

Le rivet semi-tubulaire représenté à titre d'exemple à la figure 1 peut en particulier être réalisé en titane commercialement pur T40. Il comprend, d'une part, une  
30 tête fraisée préformée 1 ayant une forme conique d'angle  $\alpha$  égal à  $100^\circ$ , d'autre part, une tige cylindrique 2 composée d'une partie pleine 2a sous la tête préformée et d'une partie semi-tubulaire 2b à l'opposé de la tête préformée.

La partie semi-tubulaire 2b est dotée d'un  
35 trou axial 3 de forme conique, s'évasant vers l'extrémité opposée à la tête préformée et débouchant à cette extrémité. L'angle de conicité  $\beta$  du trou peut être ajusté dans une large plage s'étendant approximativement entre  $10^\circ$  et  $30^\circ$  ; un angle de l'ordre de  $20^\circ$  donne d'excellents résultats.

40 En l'exemple, le fond 3a du trou présente

4

approximativement la forme d'une calotte sphérique et le trou 3 s'étend sur un peu moins de la moitié de la longueur de la tige 2.

5

En outre, au niveau de la partie tubulaire 2b, la surface externe de la tige est dotée d'une gorge périphérique 4 dont le fond 4a est en l'exemple cylindrique, d'axe confondu avec l'axe de la tige. Cette gorge prend naissance à une distance déterminée de l'extrémité libre  
10 de la tige de façon à préserver, entre elle-même et cette extrémité, une surface d'accostage Sa sur la surface externe de la tige.

Du côté opposé à la surface d'accostage Sa, la gorge 4 s'étend approximativement jusqu'au voisinage du  
15 fond 3a du perçage axial comme le montre la figure 1. Par exemple pour un rivet de 6,5 mm de longueur totale, le trou 3 peut avoir une profondeur de l'ordre de 3 mm, la surface d'accostage Sa une longueur de l'ordre de 0,75 mm et la gorge une longueur de l'ordre de 2 mm et une profondeur de l'ordre  
20 de 0,2 mm. Une telle gorge permet d'assembler des épaisseurs de matériau variable qui, en l'exemple, peuvent varier sur une plage largement supérieure à 1 millimètre.

La gorge périphérique 4 se raccorde à la surface externe de la tige par des parties à section  
25 circulaire (raccordement 4b du côté de la surface d'accostage et raccordement 4c du côté opposé).

La gorge 4 ci-dessus décrite définit, sur la partie tubulaire de la tige, une zone de moindre épaisseur Zm située à proximité immédiate de la naissance de ladite gorge  
30 du côté de la surface d'accostage Sa (près du raccordement 4b) ; en raison de la conicité du trou 3, l'épaisseur de la partie tubulaire décroît progressivement depuis l'extrémité 4c de la gorge jusqu'à la zone de moindre épaisseur Zm : ainsi, lors de la pose, l'épanouissement de la  
35 partie tubulaire 2b s'amorce au niveau de cette zone Zm pour s'étendre progressivement vers le coeur de la gorge.

La figure 2 présente deux feuilles 5 et 6 de matériaux synthétiques laminés renforcés par des fibres, qui sont à assembler au moyen de rivets 7 du type décrit ci-  
40 dessus. Les feuilles sont percées d'un trou 8 dont l'alésage

correspond au diamètre externe de la tige de rivet avec un faible jeu (qui peut être de l'ordre de 1/10 à 2/10 mm) ; des fraises coniques identiques 9 et 10 sont ménagées des deux côtés des feuilles, avec un angle de conicité  $\alpha$  identique à celui de la tête fraisée 1 du rivet (100°). Il est à noter que les deux fraises identiques 9 et 10 peuvent être réalisées avec le même outil ce qui simplifie le travail de préparation.

Le rivetage s'effectue au moyen de deux bouterolles 11 et 12 telles que représentées à la figure 3, l'une (11) jouant le rôle de contre-appui du côté de la tête préformée 1, l'autre (12) étant soumise en l'exemple à une pression comprise entre 700 et 1 200 décaNewtons pour former la seconde tête et réaliser le rivetage.

La bouterolle 12 comporte, d'une part, une paroi d'amorce du bouterollage 12a dont l'angle de conicité peu critique peut être de l'ordre de 90°, d'autre part, une paroi de bouterollage 12b de forme tronconique dont l'angle au sommet  $\gamma$  est adapté pour assurer le repliement centrifuge de l'extrémité tubulaire du rivet. Pour un angle de conicité de 20° pour le perçage 3 et de 100° pour la fraisure 9, l'angle  $\gamma$  optimum est de 135°.

Comme l'illustrent les figures 4 et 5, le rivet se déforme d'abord sans accostage de la surface Sa (la pression minimum exigée à cette étape étant de l'ordre de 450 décaNewtons), puis la surface Sa vient s'appliquer contre la fraisure 9 ; la pression à cette dernière étape doit être au moins égale à environ 700 décaNewtons pour obtenir des qualités de résistance satisfaisantes, mais n'est pas critique au-dessus de ce seuil en raison de la présence de la gorge 4 : en effet, celle-ci autorise un pliage sans gonflement de la tige jusqu'à des pressions nettement plus élevées (1.200 décaNewtons) et protège l'angle de raccordement A des feuilles, qui n'est soumis à aucune compression dans cette large plage de pression.

La tolérance -e- sur l'épaisseur des feuilles à assembler a été symbolisée à la figure 3 : compte tenu du mode de pliage du rivet (qui s'amorce toujours dans la zone Zm pour s'étendre progressivement le long de la gorge), il suffit que l'angle de raccordement A vienne en correspondance avec la

gorge, avec un léger décalage vers le coeur de celle-ci aussi bien du côté de la zone Zm que du côté opposé. Pour une gorge de 2 mm de longueur, la tolérance admissible est largement 5 supérieure à 1 mm.

La figure 6 représente l'assemblage terminé.

Des examens micrographiques de coupes de l'assemblage ont confirmé que les feuilles de matériaux composites ne sont pas blessées par le rivetage. De plus des 10 essais de résistance ont montré que la résistance au déboutonnage est très satisfaisante et se trouve souvent dimensionnée par la résistance du composite.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux termes de la description qui précède, mais en comprend 15 toutes les variantes. Par exemple, il peut être avantageux d'assurer une lubrification du rivet lors de la pose afin de réduire encore, dans certains cas, les risques d'apparition de oriques dans le matériau à assembler. De même des rondelles fraisées peuvent le cas échéant être interposées sur une ou 20 les faces des feuilles de matériaux pour accroître l'assise du rivet.

## REVENDECATIONS

1/ - Rivet du type semi-tubulaire comprenant une tête préformée (1) et une tige (2) dotée d'un trou axial (3) débouchant du côté opposé à la tête préformée pour former une partie tubulaire (2b) à l'opposé de ladite tête, ledit rivet étant caractérisé en ce qu'une gorge périphérique (4) est ménagée sur la surface externe de la tige (2) au niveau de la partie tubulaire (2b) de celle-ci, une surface d'accostage (Sa) étant préservée sur ladite surface externe au voisinage de l'extrémité libre de la tige.

2/ - Rivet selon la revendication 1, caractérisé en ce que la gorge périphérique (4) est ménagée à distance de l'extrémité libre de la tige (2) de façon que la surface d'accostage (Sa) soit préservée à l'extérieur de ladite gorge, entre celle-ci et l'extrémité libre de ladite tige.

3/ - Rivet selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la gorge périphérique (4) présente une section adaptée pour définir une zone de moindre épaisseur (Zm) sur la partie tubulaire (2b) de la tige.

4/ - Rivet selon les revendications 2 et 3 prises ensemble, caractérisé en ce que la zone de moindre épaisseur (Zm) est située à proximité immédiate de la naissance de la gorge périphérique (4) du côté de la surface d'accostage (Sa).

5/ - Rivet selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que, du côté opposé à la surface d'accostage (Sa), la gorge périphérique (4) s'étend approximativement jusqu'au voisinage du fond (3a) du trou axial (3).

6/ - Rivet selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4 ou 5, dans lequel le trou axial (3) est de forme conique d'angle ( $\alpha$ ) approximativement compris entre 10° et 30°.

7/ - Rivet selon les revendications 4 et 6 prises ensemble, caractérisé en ce que la gorge périphérique (4) possède un fond cylindrique (4a) d'axe confondu avec l'axe de la tige (2), de sorte que l'épaisseur de la partie tubulaire (2b) au niveau de la gorge (4) décroît



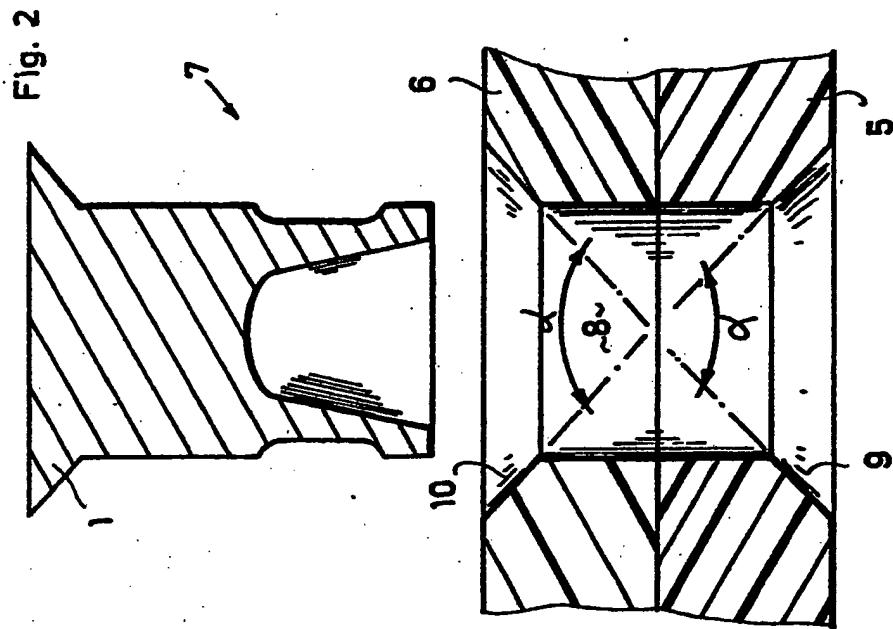
8

progressivement jusqu'à la zone de moindre épaisseur (Zm).

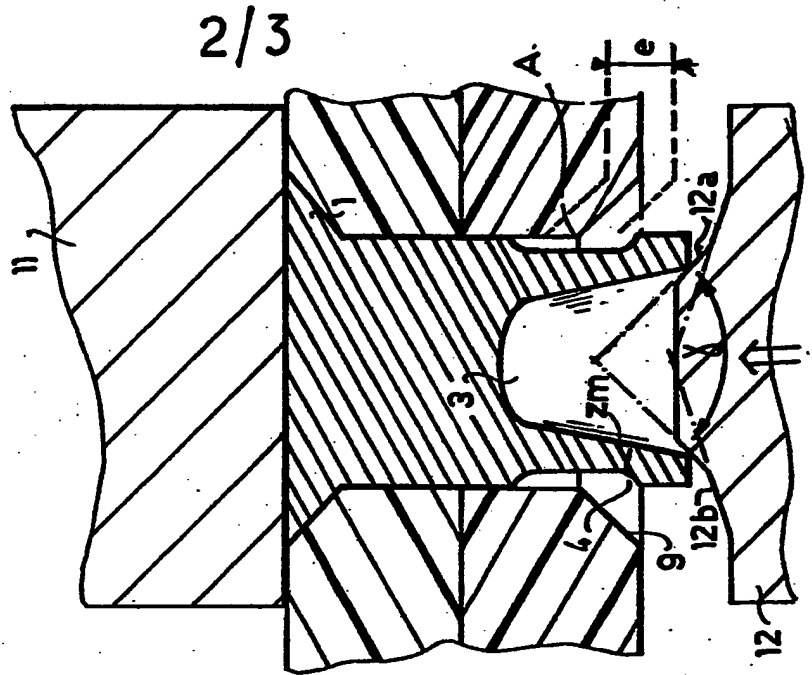
8/ - Rivet selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, dans lequel la tête préformée (1) est une tête fraisée.

9/ - Rivet selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, réalisé en titane ou alliage de titane.





**Fig. 2**



**Fig. 3**

3/3

Fig. 4

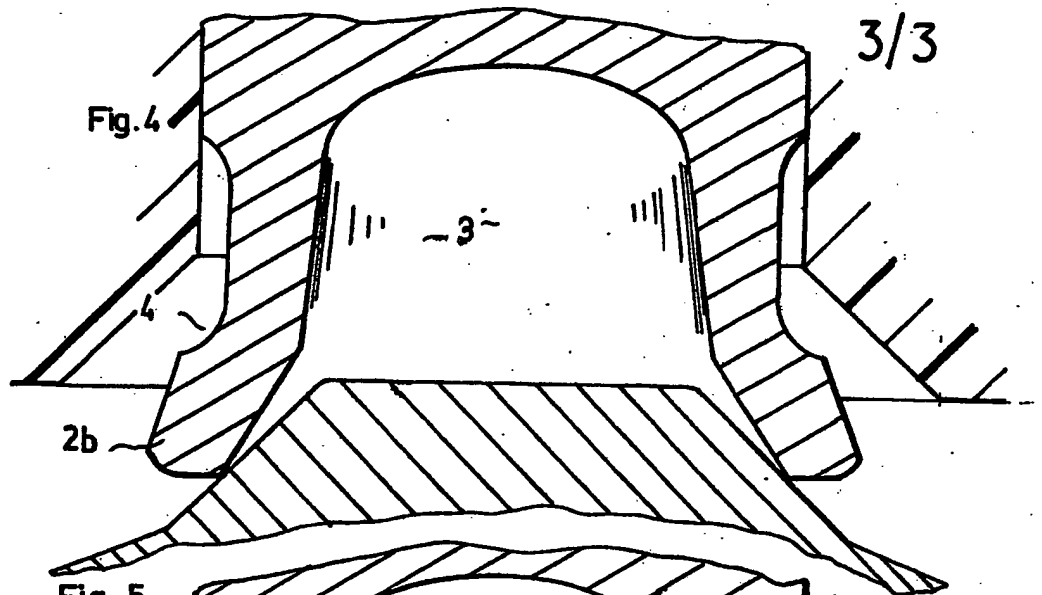


Fig. 5

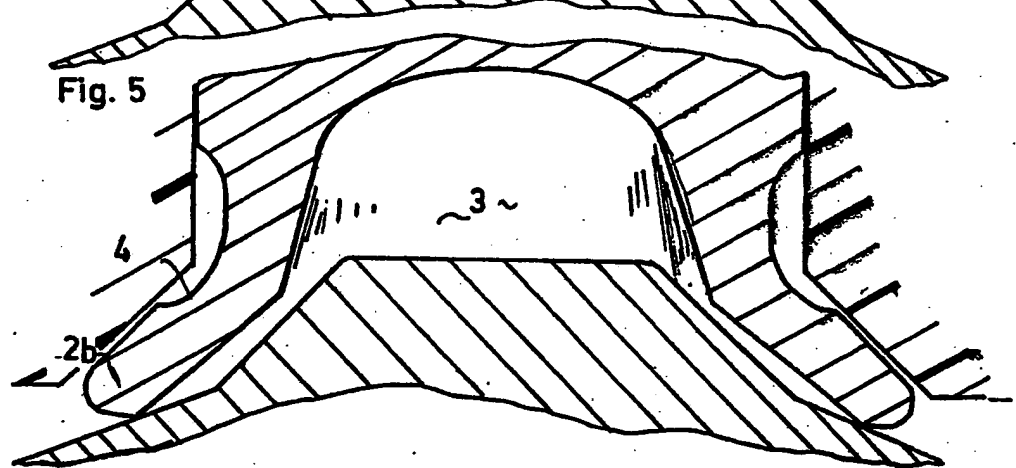
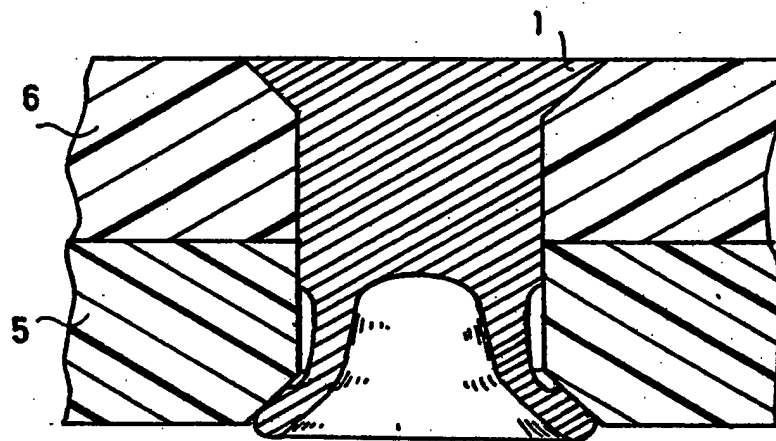


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**